

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-269150

(43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/22  
H01L 21/205  
H01L 21/68

(21)Application number : 11-076515

(71)Applicant : TOSHIBA CERAMICS CO LTD

(22)Date of filing : 19.03.1999

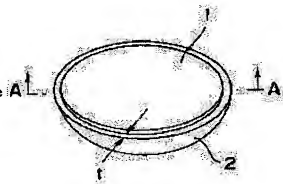
(72)Inventor : SHIMIZU MIKIRO  
YOSHIKAWA ATSUSHI  
SAITO MASAMI  
OMORI MAKIKO  
SHIGENO YOSHINORI  
SHIRAI HIROSHI  
AMANO MASAMI  
SHIN TAIRA  
TANAKA JUNJI

## (54) SEMICONDUCTOR WAFER HEATING TOOL AND SEMICONDUCTOR WAFER HEATER USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor wafer heating plate-like tool, which can uniformly heat a semiconductor wafer without causing slips or defects even if the semiconductor wafer has a large diameter, and a mounter of the tool.

SOLUTION: In a plate-like semiconductor wafer heating tool 2, in which a semiconductor wafer 1 is mounted on the upper face to heat it, the upper face has a circular margin of a diameter having one or more of a wafer to be processed, and also is formed in a recessed curve face shape having the deepest part at the center part, and a difference between heights, namely between a contact point position with a mounted wafer margin and the deepest part is in the range of 20 to 500  $\mu\text{m}$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration].

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-269150

(P2000-269150A)

(43) 公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テグコード (参考)
H 0 1 L 21/22	5 1 1	H 0 1 L 21/22	5 1 1 G 5 F 0 3 1
21/205		21/205	5 F 0 4 5
21/68		21/68	N

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-78515

(22) 出願日 平成11年3月19日 (1999.3.19)

(71) 出願人 000221122

東芝セラミックス株式会社

東京都新宿区西新宿七丁目5番25号

(72) 発明者 清水 幹郎

神奈川県秦野市曽屋30番地 東芝セラミックス株式会社開発研究所内

(72) 発明者 吉川 淳

神奈川県秦野市曽屋30番地 東芝セラミックス株式会社開発研究所内

(74) 代理人 100101878

弁理士 木下 茂

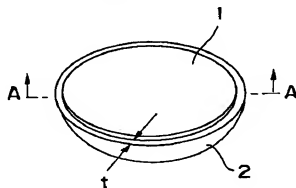
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウエハ加熱処理用治具及びこれを用いた半導体ウエハ加熱処理用装置

(57) 【要約】

【課題】 大口径の半導体ウエハであっても、スリップや欠陥を発生させることなく半導体ウエハを均質に加熱処理することができる半導体ウエハ加熱処理用のプレート状治具及びその治具の搭載装置を提供する。

【解決手段】 半導体ウエハ1を、その上面に載置して加熱処理するプレート状の半導体ウエハ加熱処理用治具2において、前記上面が、被処理ウエハの直径以上の直径の円形周縁を有すると共に、中央部に最深部を有する凹曲面形状に形成され、載置したウエハ周縁との接点位置と前記最深部との高低差が20  $\mu$ m乃至500  $\mu$ mの範囲にあることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体ウエハを、その上面に載置して加熱処理するプレート状の半導体ウエハ加熱処理用治具において、

前記上面が、被処理ウエハの直径以上の直径の円形周縁を有すると共に、中央部に最深部を有する凹曲面形状に形成され、載置したウエハ周縁との接点位置と前記最深部との高低差が 20  $\mu\text{m}$  乃至 500  $\mu\text{m}$  の範囲にあることを特徴とする半導体ウエハ加熱処理用治具。

【請求項 2】 前記上面に対向する下面が、上面と平行な凹曲面形状を有し、厚さが 1 乃至 1.5 mm であることを特徴とする請求項 1 に記載された半導体ウエハ加熱処理用治具。

【請求項 3】 前記上面における前記高低差が 20  $\mu\text{m}$  乃至 200  $\mu\text{m}$  の範囲にあり、該上面に対向する下面が、ほぼ平面に形成され、その周縁部厚さが 1.2 乃至 1.5 mm の範囲にあることを特徴とする請求項 1 に記載された半導体ウエハ加熱処理用治具。

【請求項 4】 前記上面の半導体ウエハとの接触部における中心線平均粗さ  $R_a$  が 0.3 乃至 0.8  $\mu\text{m}$  範囲にあることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 に記載された半導体ウエハ加熱処理用治具。

【請求項 5】 前記上面から下面に貫通する複数の孔が形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載された半導体ウエハ加熱処理用治具。

【請求項 6】 被処理ウエハを載置した請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の半導体ウエハ加熱処理用治具を単数もしくは複数搭載した、前記被処理ウエハを加熱処理するための半導体ウエハ加熱処理用装置であって、該装置が、前記治具の下面中心点から半径方向に、該半径の 0.6 乃至 0.8 倍の距離を隔てた位置で前記治具を支持する支持部材を具備することを特徴とする半導体ウエハ加熱処理用治具を用いた半導体ウエハ加熱処理用装置。

【請求項 7】 前記半導体ウエハ加熱処理用治具の下面支持が、ほぼ等間隔位置の 3 点により行われることを特徴とする請求項 6 に記載された半導体ウエハ加熱処理用治具を用いた半導体ウエハ加熱処理用装置。

【請求項 8】 頂板、底板及び数項、両板を所定間隔を隔てて連結固定する連結部材とを備え、両板間に、半導体ウエハを載置した複数の前記治具を上下多段に搭載、支持された半導体ウエハ加熱処理用装置であって、前記支持部材が、夫々の前記治具を個別に支持できるように、前記連結部材から多段に突出して設けられていることを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載された半導体ウエハ加熱処理用治具を用いた半導体ウエハ加熱処理用装置。

【請求項 9】 前記連結部材が、円板状の頂底両板間に設けられた 3 本の柱状部材からなり、各柱状部材から前記支持部材を突出させたことを特徴とする請求項 8 に記

載された半導体ウエハ加熱処理用治具を用いた半導体ウエハ加熱処理用装置。

【請求項 10】 被処理ウエハを載置した前記治具を保持し、これを加熱処理する半導体ウエハ加熱処理用装置であって、前記支持部材が、平板状基材の上面に突出形成されたものであることを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載された半導体ウエハ加熱処理用治具を用いた半導体ウエハ加熱処理用装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウエハ加熱処理用治具及びこれを用いた半導体ウエハ加熱処理用装置に関し、より詳細には、特定形状に形成された半導体ウエハ載置上面を有するプレート状の半導体ウエハ加熱処理用治具及びこれを用いた半導体ウエハ加熱処理用装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの製造工程には、酸化、拡散、成膜等の種々の加熱処理プロセスがあり、半導体ウエハはこれらのプロセスで様々な加熱処理を受ける。そして、これらの処理の態様、使用する加熱手段の種類等に応じて種々の半導体ウエハ加熱処理用治具が用いられている。例えば、縦型加熱処理炉を用いる半導体ウエハ加熱処理工程の場合、複数枚のシリコン単結晶ウエハの半導体ウエハが、縦型多段のウエハ保持治具、いわゆる縦型ウエハポートに搭載保持されて処理される。この縦型ウエハポートは、例えば、図 6 に示すように、ウエハ 12 を載置するための多数の溝（スリット）11 が設けられた棒形状の支柱部材 10 が複数本（通常 3 本あるいは 4 本、図 6 の場合には 3 本）、縦方向に配列した構造となっている。

【0003】ウエハ 12 はこの複数の支柱部材 10 により外周部の数点（図 6 の場合、3 点）で支持されて熱処理される。このウエハポートの形成素材として、一般に、石英ガラス、炭化ケイ素（SiC）コートしたシリコン（Si）含浸炭化ケイ素、単結晶シリコン、多結晶シリコン等が用いられている。

【0004】また、エピタキシャル成長装置によるウエハ面への薄膜異相成長工程の場合、例えば、SiC コートされた黒鉛基材から成るパッチ式や枚葉式のサブスターに半導体ウエハが載置され、所定の処理がなされる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、縦型ウエハポート等の半導体ウエハ加熱処理用治具に載置された被処理ウエハには、ウエハの自重が支持部に集中するため、これより生ずる応力が常に作用している。そして、この応力が臨界剪断応力を越えると、ウエハ内に転位が発生する。この転位は応力の作用により巨視的な大きさにまで広がり、スリップとなる。このスリップの発

生はウエハの品質を大きく低下させる。

【0006】一般に、臨界熱処理応力は高価はその値は小さくなり、このことは、熱処理等の高温雰囲気下では、ウエハのスリップが、常温時に比較して著しく発生し易くなることを意味している。特に、近年、半導体デバイスの高集積化に伴いウエハ一枚当たりのデバイス収率を上げるために、ウエハの大口径化が進んでいる。その結果、ウエハの自重が大きくなり、それに伴いウエハに作用する応力が増大する傾向になり、ウエハ中にスリップがより発生し易くなってきている。

【0007】また、上記した理由の他に、ウエハのサイズが大きくなることに起因して、特に昇温時におけるウエハ中心部と周縁部との温度差が大きくなる傾向にあり、この温度差により生じる熱応力も上記スリップ発生の原因の一つとなっている。チョクラスキー法で製造される所謂CZ-シリコンウエハは、半導体デバイスの基材として代表的なものであるが、このCZ-シリコンウエハの中でも、特に、格子間酸素濃度[O<sub>i</sub>]が低い低格子間酸素濃度CZ-シリコンウエハは、発生したスリップが大きくなりやすい傾向を有し、加熱処理等のウエハ処理時に大きなスリップが発生していた。

【0008】このような、スリップ発生に基づくウエハの歩留まり低下を回避するためには、前記半導体ウエハの歩留まり低下を回避するためには、前記半導体ウエハの加熱処理用治具におけるウエハの支持点の数を増やし、一点当たりの支持荷重を減少させ、支持点での応力を前記臨界剪断応力以下に軽減させることが考えられる。

【0009】しかしながら、半導体ウエハ加熱処理用治具におけるウエハの支持点の数を増しても、各支持点間の水平精度等の問題から、実際には、ウエハは多くとも4点程度の支点でスポンジ的に支えられている状態となり、上記方法では依然として応力の集中が残る、実質的解決がなされない。

【0010】そこで、ウエハをそのほぼ全面で支持する方法、即ち、例えばウエハを、それとは同径、同厚の円形プレート上に設置して支持する方法が考えられた。この方法は、可能な限り支持点を増やすことを基本概念としたものである。しかし、実際のプレート面には凹凸があり、実質的に凸部のみでウエハを支持してしまい、その結果スリップの発生を完全に抑制するという目的を達成することはできなかった。また、この問題を解決する手段の一つとして、プレート板のウエハ載置面を、鏡面研磨等により該表面の凹凸がほぼ完全になくなるまで仕上げ加工し、その表面にウエハを載置する方法が考えられる。しかし、加熱処理時にウエハとプレート板が強固に密着してしまい、ウエハとプレート板を剥離させることが困難となるという新たな不都合を招来した。

【0011】本発明者等は、従来のウエハポート等の支持治具における上記問題点を解決するために、ウエハを面で支持するための載置面の最適形状について鋭意研究を重ねた結果、下記に詳述するようにウエハ載置面を特

定形状に形成したプレート状の半導体ウエハ加熱処理用治具を用いることにより上記問題が確実に解決できることを見出し、この知見に基づき本発明を完成した。また、プレート状の半導体ウエハ加熱処理用治具を搭載、支持する方法(部材)の最適形態について鋭意研究し、下記に詳述するように前記治具、及びこれら支持する部材の特定支持構造に形成した半導体ウエハ加熱処理用装置により、上記問題が確実に解決できることを見出し、この知見に基づき本発明を完成した。

【0012】本発明は、例えば大口径の半導体ウエハであっても、スリップや欠陥を発生させることなく、半導体ウエハを均質に加熱処理することができる半導体ウエハ加熱処理用治具及びこれを用いた半導体ウエハ加熱処理用装置を提供することを目的とするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体ウエハ加熱処理用治具は、半導体ウエハを、その上面に設置して加熱処理するプレート状の半導体ウエハ加熱処理用治具において、前記上面が、被処理ウエハの直径以上の直径の円形周縁を有すると共に、中央部に最深部を有する凹曲面形状に形成され、設置したウエハ周縁との接点位置と前記最深部との高低差が200μm乃至500μmの範囲にあることを特徴としている。

【0014】ここで、前記プレート状の半導体ウエハ加熱処理用治具(以下プレート状治具と略称することがある)の上面における凹曲面形状が、放物面形状又は凹球面形状に形成されていることが望ましい。また、前記プレート状治具のウエハ載置面における凹曲面形状が凹球面形状に形成され、前記凹球面形状の曲率半径(r)が、設置するウエハの半径をb、該ウエハ周縁と載置面との接点位置から前記最深部までの高低差をaとしたとき、 $r = (b^2 + a^2) / 2a$ の関係性を有することが望ましい。更に、前記プレート状治具のウエハ載置面の中心線平均粗さRaが0.3乃至0.8μmであることが望ましい。

【0015】また、該プレート状治具の形状は、前記上面に対向する下面が、上面と平行する凹曲面形状のものや前記上面における前記高低差が20μm乃至200μmの範囲にあり、上面に対向する下面が、ほぼ平面に形成されていること、いわゆる凹面・平面型形状であることが好ましい。形状が凹曲面形状の場合は、その厚さが、1.0mm乃至1.5mmの範囲にあることが好ましく、さらにこの時の厚さの誤差範囲が±0.3mm以内であることが特に望ましい。また、凹面・平面型形状の場合は、その周縁部高さ(周縁部厚み)が1.2乃至1.5mmの範囲にあることが特に好ましい。また、前記プレート状治具のウエハ載置面、複数の貫通孔が配設されていることが望ましく、前記貫通孔の口径が3mm乃至10mmであること、前記貫通孔の数が3個乃至10個であることが望ましい。

【0016】更に、本発明の半導体ウエハ加熱処理用装置は、被処理ウエハを載置する上記半導体ウエハ加熱処理用治具を、単数もしくは複数搭載し、前記被処理ウエハを加熱処理するための半導体ウエハ加熱処理用装置であって、該装置が、前記治具の下面中心点から半径方向に、該半径の0.6乃至0.8倍の距離を隔てた位置で治具を支持する支持部材を具備することを特徴としている。ここで、上記半導体ウエハ加熱処理用装置は、被処理ウエハ載置治具の下面を少なくとも3点で支持することが好ましい。前記プレート状治具を底面で支持する少なくとも3点がほぼ等間隔に位置することが特に望ましい。

【0017】また、前記半導体ウエハ加熱処理用装置が、頂板、底板及び該頂、底板等を所定間隔を隔てて連結固定する連結部材とを備え、両板間に、半導体ウエハを載置した複数の前記治具を上下多段に搭載、支持された半導体ウエハ加熱処理用装置であって、前記支持部材が、夫々の前記治具を個別に支持できるとともに、前記連結部材から多段に突出して設けられている半導体ウエハ加熱処理用装置であることが好ましい。また、前記縦型ウエハポート形式の半導体ウエハ加熱処理用装置における前記連結部材が、円板状の頂底両板間に設けられた3本の柱状部材からなり、各柱状部材から前記支持部材を突出させたものであることが特に好ましい。更に、前記半導体ウエハ加熱処理用装置が、被処理ウエハを載置した前記治具を保持し、これを加熱処理する半導体ウエハ加熱処理用装置であって、前記支持部材が、平板状基材の上面に突出形成された半導体ウエハ加熱処理用装置、即ち、所謂、パッチ式または枚葉式半導体ウエハ処理装置用のサセプターであることが望ましい。

【0018】本発明にかかる半導体ウエハ加熱処理用のプレート状治具は、ウエハを面で支持するために最適なウエハ載置面、即ち、載置ウエハの直径以上の直径を有すると共に中央部に最深部を有する凹曲面形状に形成され、かつ載置ウエハ周縁との接点位置から最深部までの高低差が2.0乃至5.0  $\mu\text{m}$ の範囲にあるという特定ウエハ載置面を有するウエハ載置用プレートであることが顕著な特徴である。

【0019】例えば、周縁が円形の放物面形状または凹球面形状等の特定凹曲面形状載置面で、ウエハを支持した場合、初めにウエハの周縁部と該載置面とが接触する。そして、載置されたウエハは、自重により撓んでその中央部は僅かに沈むことにより載置面中央部とも接するようになる。これによって、ウエハが載置面周縁部と中央部の両方で同時に支持され、応力の集中を緩和することができる。

【0020】上記のようなウエハ支持態様の場合、ウエハは広範囲で支持されるため、スリップは発生しない。即ち、本発明においては、ウエハ載置用プレート状治具の載置面が凹曲面形状に形成されること及びウエハ載置

面の中央部（最深部）と載置面周縁部のウエハ周縁接点位置との高さの差が2.0乃至5.0  $\mu\text{m}$ の範囲にあることが特に重要である。この差が5.0  $\mu\text{m}$ を越えるとウエハが撓んでもウエハの中央部が載置面にまで達することができないため周縁部のみの支持となり、そこからスリップが発生しやすい。また、この差が2.0  $\mu\text{m}$ 未満ではウエハの中央部のみ、あるいはウエハの中央部と特定の一部を支持することになり、そこからスリップが発生する。

【0021】また、本発明の半導体ウエハ加熱処理用治具において、前記プレート状治具の載置面の中心線平均粗さRa (JIS B0601-1994)を0.3乃至0.8  $\mu\text{m}$ の範囲にすることによって、上記スリップ発生をより確実に防止することができ、また加熱処理時にウエハとプレートとが密着せず、容易にウエハを剥離させることができる。また、粗度をこの範囲とすることにより、剥離時にウエハが破壊するのを防止することが出来る。

【0022】また、プレート状治具の載置面に、口径が3乃至10 mm程度の貫通孔を、3乃至10個、配設した態様のものは、加熱処理時に載置ウエハとプレートとの間隙が真空状態とすることによって、生ずる両者の密着を防止する利点を有する。

【0023】更に、前記プレート状治具の少なくとも載置面が、シリコン (Si) かなる態様の治具の場合には、特に載置ウエハがシリコンウエハの場合、ウエハと熱膨張率や硬度等の物性が同一であるためウエハを傷つけないことがなく、また、特に単結晶シリコンの場合には、高純度であり、汚染の問題がない。またプレート状治具の上面に対向する下面が上面と平行な凹曲面形状を有し、該プレート材の厚さが、1.0乃至1.5 mmの範囲にあるものは、上記利点の他に、プレート上にウエハを載置して加熱した場合にも変形等を起こすことなく充分な支持強度を有する。特に、熱容量も過大でないため熱伝達も速く、加熱時にウエハを温度均一なく均一に昇温させることができるため、温度歪みに基づくウエハのスリップ発生を抑制できる。一方、プレート治具の上面における高低差が2.0  $\mu\text{m}$ 乃至20.0  $\mu\text{m}$ の範囲にあり、下面がほぼ平面に形成されたものにおいては、熱伝達の不均一性から高低差を比較的小さく(20.0  $\mu\text{m}$ )に抑える必要がある。

【0024】更にまた、前記プレート状治具及びその底面において支持部材により、少なくとも3点で支持する半導体ウエハ加熱処理用装置で、前記3支持点が、プレート状治具の下面中心から半径方向に該半径の0.6乃至0.8倍の距離隔たって位置する半導体ウエハ加熱処理用装置は、従来しばしば生じた載置ウエハの外周部での波状変形を抑制できる利点を有する。プレート状治具の下面中心から半径方向に該半径の0.6倍未満の場合には、支持部分が突起状となっており、この部分のみの支持

となってウエハにスリップが発生しやすくなる。一方、プレート状治具の下面中心から半径方向に該半径の0.8倍を超えた場合には、該プレートが換みすぎ、主にウエハ周辺のみで支持となつてスリップが発生しやすくなる。また、半導体ウエハ加熱処理用装置が、いわゆる縦型ウエハポート形式のものである場合は、ウエハ載置プレート治具を多段に搭載することができ、一度に多数のウエハをスリップ等の欠陥を生じさせるとなく良好に加熱処理することができるとなる。またプレート状治具は、パッチ式あるいは枚葉式サセプターにも適用することができ、

【0025】本発明の半導体ウエハ加熱処理用のプレート状治具は、特に、加熱処理時等においてスリップが発生しやすいといわれている低格子間数濃度シリコンウエハの加熱処理用に有効に適用できる。

#### 【0026】

【発明の実施の形態】以下本発明を、図に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明にかかるプレート状治具の一実施形態を誇張して示した斜視図であり、図2

(a)、(b)は、図1のプレート状治具に被処理ウエハを載置した状態を示した図であって、(a)は載置直後のウエハの状態を示す断面図であり、(b)は加熱中のウエハの状態変化を示す断面図である。図3は、本発明のプレート状治具の他の一実施形態を誇張して示した斜視図である。図4は、加熱処理すべき半導体ウエハを載置した本発明のプレート状治具を多段搭載、支持した、本発明にかかる半導体ウエハ加熱処理用装置を炉内に収容した態様で示した図である。図5(a)、(b)は、単数のプレート状治具を3本の支持部材によって支持した枚葉式の、本発明にかかる半導体ウエハ加熱処理用装置を炉内に収容した態様で示し、(a)は、その側面図を、(b)は平面図を示す。また図6は、半導体ウエハを支持する従来の縦型ウエハポートを示す。更に、図7は本発明のプレート状治具の多段搭載支持する、本発明にかかる半導体ウエハ加熱処理装置を構成する支持具を示した斜視図、図8は単数のプレート状治具をリング状の支持部材によって支持した枚葉式の、本発明にかかる半導体ウエハ加熱処理装置を示した断面図、図9は図8に示した該装置の平面図、図10はリング状の支持部材を馬蹄形状とした本発明にかかる半導体ウエハ加熱処理装置である。

【0027】本発明の半導体ウエハ加熱処理用のプレート状治具は、図1、図2に示すように、そのウエハ載置面(上面)が、載置される被処理ウエハの直径2b(半径b)以上の周縁径Dを有すると共に、中央部に最深部を有する凹曲面形状に形成され、かつ載置ウエハ周縁との接点位置から前記最深部までの高低差aが2.0乃至50.0μmの範囲となるように形成される。

【0028】このウエハ載置面に被処理ウエハを載置すると、図2(a)に示すように、ウエハ1はその周縁部

で載置面と接触して支持されこの状態で加熱処理を行うと、中央部はその自重により僅かに拱んで周縁部より沈み、その中央部がプレート状治具2の最深部である中央部に接し、この凹曲面全体で支持される(図2(b))。

【0029】ウエハは、加熱処理装置内で加熱された場合、下面側と上面側の両方から熱を受ける。その熱量は、通常、下面側が若干多いため、これによる熱膨張差により、ウエハの周辺部が僅幅かではあるが上方に反る傾向がある。前記プレート状治具2による凹曲面の支持は、前記ウエハのこのような性質を利用したものである。

【0030】本発明のプレート状治具2のウエハ載置面は、上記したウエハの加熱処理時における自然変形に適合した形状に形成したものである。該ウエハ載置面の形状は、上記の目的から、中央部に最深部を有する凹曲面形状であれば、特に限定されるものではない。例えば、任意の凹曲面形状に形成されて差し支えないが、凹曲面が放物線を回転して形成される放物面形状、円を回転して形成される凹球面形状等であっても良い。

【0031】特に好ましい凹曲面形状は、図2(a)に示すように、その曲率半径(r)が、載置ウエハの半径をb、該ウエハ周縁の載置面との接点位置から載置面最凹点までの高低差をaとしたとき、

$$r = (b^2 + a^2) / 2a$$

の関係を有する凹球面形状に形成されたものである。

【0032】本発明では、上記ウエハ載置面の凹曲面形状において、載置ウエハ周縁との接点位置から最深部までの高低差が、2.0乃至500μm、より好ましくは5.0乃至35.0μmの範囲にあるように形状設定することが重要である。この高低差が500μmを超える場合は、ウエハの中央部が前記載置面の最深部である中央部に届かず、実質的にウエハ周辺部のみの支持となり、本発明の目的であるウエハのスリップ発生を充分に防止することができない。一方、高低差が2.0μmを下回る場合は、ウエハの加熱時の反りが高低差を上回る場合が生じ、ウエハ中央部のみ、または、中央部と周辺部局所点のみの支持となり、この場合も、本発明の目的を充分に達成することができない。なお、前記ウエハ載置面が曲率半径  $r = (b^2 + a^2) / 2a$  の関係を有する凹球面形状に形成された場合、被処理ウエハ1 2インチ径(300mm)で、曲率半径は、56.25乃至562.5mmとなる。

【0033】本発明の前記プレート状治具の載置面(上面)において載置ウエハと接する部分は、その表面粗さである中心線平均粗さRa(JIS B0601-1994)が0.3乃至0.8μmの範囲に形成されることが好ましい。中心線平均粗さが0.3μmを下回る場合は、加熱処理時にウエハと載置面とが密着する傾向があり、ウエハをプレート状治具から剥離させることが困難

となる。中心線平均粗さが、 $0.8\mu\text{m}$ を超える場合は、ウエハの載置面接触部での支持が、粗面の凸点のみの支持となり、スリップ発生の誘因となる。

【0034】また、図示しないが、本発明のプレート状治具のウエハ載置面、口径が3乃至10mm、特に好ましくは5乃至8mmの貫通孔を、3乃至10個、特に好ましくは4乃至7個、面内に均一に分布して配設することが好ましい。上記の貫通孔を設けた態様のプレート状治具は、加熱処理時に載置ウエハとプレートとの間隙が真空状態となることにより生ずる両者の密着を防止することができ

【0035】前記貫通孔3の孔径が10mmより大きい場合や孔数が10個より多い場合は、プレート状治具自体の強度低下やウエハ加熱時の温度むらの増大を招き易くなる。また、ウエハ載置面に貫通孔が不均一に配設された場合は、プレート状治具の強度低下を招き、貫通孔がウエハ面の動径方向の同一直線上に3点以上並ぶ態様に配設された場合も同様にプレート状治具の強度低下を招く。これは、穴が、同一直線上に並ぶとその領域で断面面積が小さくなり、同じ力が作用する場合、断面面積が小さくなるため応力は大きくなる。換言すれば、応力に比例する、結局上記の条件では大きく損むことになる。

【0036】本発明で用いる上記プレート状治具の、ウエハ載置面以外の形状は、本発明の半導体ウエハ加熱処理用装置に搭載可能な形状であれば特に限定されるものではなく、該治具を搭載する装置構造に合わせて適宜設定して良い。このようなプレート状治具の外形状として、例えば図1に示したような凹曲面形状（カップ形状）のプレート治具2や、図3に示したような上面に凹曲面形状が形成され底面が平らな凹面・平面型形状のウエハ載置用プレート等を例示することができ

【0037】加熱処理時にウエハを温度ムラなく均一に加熱昇温する観点からは、構成材がプレート全体でほぼ等しい適正断面厚を有し、熱容量が適度な凹面・平面型形状の治具（図3に示した治具）の場合は、治具の周縁部と中央部ではその厚さの相違に基づく熱容量の差が若干あるため、これに半導体ウエハを載置し加熱処理した際に、ウエハの面内温度分布に多少の不均一性を生ずる可能性がある。このため、上記凹面・平面型形状のプレート状治具（図3に示した治具）の場合には、治具上面の凹曲面形状を、載置ウエハ周縁の接点位置と最深部との高低差が2乃至20mmとなるように形成し、且つ、該治具の周縁部高さ（厚さ）を1.2乃至1.5mm、即ち、変形を防止するため治具中央部内の厚さが1mm以上となるように形成することが好ましい。また、プレート状治具を構成する材料としては、通常この種の治具に用いられる材料、例えば、石英ガラス、炭化ケイ素（SiC）コートシリコン（Si）含浸炭化ケイ素、単結晶シリコン、多結晶シリコン、CVD-SiC

膜材等を挙げることができる。これらの内では、シリコンが好ましく、特に単結晶シリコンが好ましい。特に、被処理半導体ウエハがシリコンウエハである場合には、プレート状治具2の、少なくともウエハ載置面部分はシリコン単結晶で形成されていることが、熱膨張率や硬度等の物性が同一であるためウエハを傷つたりすることがなく、また、汚染させたりすることがなく好ましい。なお、熱膨張率の観点からは特に、シリコン単結晶単体であることが最も好ましい。

【0038】また図2に示したプレート状治具2は、特にその形成材料がシリコンからなる場合、プレート材の断面厚さ1は1.0乃至1.5mmの範囲にあることが好ましい。プレート状治具の厚さが、1.0mmを下回る場合は、プレート状治具2を縦型ウエハポート形式の支持具で支持した際、支持された部分及びその周辺が盛り上がり、前記ウエハ載置面に局所的な凹凸を生じさせる。その結果、前記凹凸が載置したウエハと接し、ウエハにスリップを発生させる。一方、厚さが1.5mmを超える場合には、プレート状治具の熱容量が大きくなり、ウエハの面内温度不均一化が生じやすくなる。なお、上記プレート治具が、例えば、図3に示した凹面・平面型形状のプレート治具2の場合は、その最薄部即ち面中央部の厚さ1を上記の断面厚さとする。

【0039】被処理ウエハを載置したプレート状治具は、所定の支持部材を有する支持具で支持され、本発明の半導体ウエハ加熱処理用装置を構成して、該装置内に収容される。本発明において、プレート状治具を収容する支持具は、該プレート状治具を支持する支持手段を備えた装置であれば特に限定されるものではなく、ウエハの処理目的に応じて適宜選択されて良い。

【0040】例えば、エピタキシャル成長装置等の処理装置の場合には、図5(a)、(b)に示すような突起状支持部材4a上で支持されたウエハ載置用プレート治具2をベッジャー4b内に収容するサセプター4を挙げることができる。即ち、サセプター4の上には3つの突起状のプレート支持部材4aが設けられ、そのプレート支持部材4aの上面に図1に示したカップ型（凹型）のプレート治具2が載せられる。前記突起4aはウエハ載置用プレート治具2の中心に対して対象に120°の間隔をもて形成されている。

【0041】一方、縦型ウエハポートのような複数のウエハを多段に搭載する形式の支持治具を具備する半導体ウエハ加熱処理用装置の場合は、例えば、図4に示したようなプレート状治具の支持手段を多段に備えたものを例示することができる。図4に示した縦型ウエハポート状の支持具5は、この支柱（連結部材）5aから突出した広幅のプレート支持部材5bを備えている。前記プレート状治具が、前記プレート支持部材5bに多段載置される。なお、図4は縦型の熱処理炉の側面断面図であって、図中6は炉芯管、7はヒータを示している。

【0042】プレート状治具を、支持具のプレート支持部で支持する場合は、その底面において、プレート状治具2の中心に対称な少なくとも3点で支持されることが好ましく、特に該3支持点が、ウエハ載置プレート状治具の中心から半径方向に該半径の0.6乃至0.8倍の距離隔たって位置することが好ましい。上記のようにプレート状治具を支持することにより、従来、半導体ウエハ加熱処理用治具において、ウエハ載置用プレートの外周部での液状変形が発生を抑制できる。

【0043】また、前記したように図4に示された突起状支持部材5bに替えて、図7に示すようなリング状の支持部材5cとしても良く、また前記リング状の支持部材5cの一部を切欠いた馬蹄形状に支持部材を形成しても良い。なお、前記リング状の支持部材は、図8、9に示すような枚葉式の熱処理装置用にも適用することができる。すなわち、基板8の上面にリング状の支持部材8aを設け、プレート状治具2を載置しても良い。図8は図9のA-A断面図であり、図9は平面図である。また、図10(a)、(b)に示すように、前記リング状の支持部材8aの一部を切欠いた馬蹄形状に支持部材を形成しても良い。このとき、図10(a)に示すようにその切欠き部分の大きさは、その中心角θが30°以下が好ましい。これはウエハ面内に対して温度が不均一にならないようにするためであり、前記30°が最大値であり、より好ましくは10°以下が好ましい。

【0044】また前記したように支持部材の形状は、特に限定されるものではないが、該治具が当接する支持部材の熱容量は、可能な限り小さいことが好ましいため、支持部材は円形断面の棒状形状が好ましく、プレート治具と支持部材は点接触となるようになるのが好ましい。支持点数は3点以上でも構わないが、縦形ポット形式の場合、棒状の連結部材の本数をその分だけ増やす必要があり、コストの増大を招くため、3本が好ましい。また枚葉式の場合においても3点以上の支持点を設けても良いが、支持部材あるいは平板状の寸法精度上、結局3点支持となるため、3点支持が好ましい。

【0045】また、単結晶シリコンインゴットから作製される単結晶シリコンウエハは、半導体デバイスの基材として代表的なものであるが、このシリコンウエハの内でも、特に、格子間酸素濃度[O<sub>i</sub>]が低い低格子間酸素濃度CZ-シリコンウエハ(通常[O<sub>i</sub>]濃度が $1 \times 10^{12}$  atoms/cm<sup>3</sup>(old ASTM)以下)は、加熱処理等のウエハ処理時に、特にスリップ発生し易く、また発生したスリップが大きくなり臭い傾向を有することが知られている。本発明の半導体ウエハ加熱処理用のプレート状治具は、このような低格子間酸素濃度CZ-シリコンウエハの加熱処理用に特に有効に適用できる。

【0046】

【実施例】「実施例1」シリコン単結晶インゴットから切り出した後、グラインダーによる研磨加工及びエッチ

ング加工により、周縁が円形、中央部に最深部を有する四球曲面形状のウエハ載置面(上面)を備え、下面が平面の図3に示すような凹面・平面型形状のプレート状治具を作製し、このプレート状治具をアンモニア水と過酸化水素から成る洗浄水を用いて洗浄した。なお、該プレート状治具のウエハ載置面(上面)の直径は303mm、ウエハ周縁との接点位置から最深部までの高低差は20μm、ウエハ載置面の中心線平均粗さRa0.5μm、治具の周縁厚さ1.2mmであった。また、ウエハ載置面には、その中心及び半径の0.65倍の位置に60°間隔で8個、すなわち、合計で7個の貫通孔を形成した。次に示すサンプルウエハを用意し、上記プレート状治具の載置面(上面)上に図3(b)に示す状態に載置した。サンプルウエハとしては、直径300mm、面方位[100]、P型、抵抗ρ=9~14Ω・cmのシリコン単結晶ウエハを用いた。なお、このサンプルウエハは、赤外線吸収により事前に測定した格子間酸素[O<sub>i</sub>]濃度が、 $1 \sim 1.2 \times 10^{12}$  atoms/cm<sup>3</sup>(old ASTM)であった。

【0047】上記サンプルウエハを載置したプレート状治具25個を縦方向多段に支持する支持具(縦型ウエハポート)に搭載した。また、この支持治具の上下端部には各々3枚づつダミーウエハを載置した。前記支持治具は、図4に示したものと同等であり、シリコン製で3点支持式のものをを用いた。なお、この支持治具は、ウエハを載置した前記プレート状治具の底面部を中心から半径の0.8倍の位置で該中心に対称に3点で支持するようにスリット(支持部材)が長く形成されている。

【0048】上記サンプルウエハ載置プレート状治具を上記支持具に搭載した半導体ウエハ加熱処理用装置を用いてウエハの熱処理を行い、その際のスリップ発生状況の評価を実施した。なお、熱処理は、700℃で炉入れした後、8℃/minで1000℃昇温し、その後、2℃/minで1200℃昇温、この1200℃の状態を1時間保持し、2℃/minで1000℃降降温し、その後8℃/minで700℃降降温し、炉出しするシーケンスで行った。なお、炉内に水素ガスを20l/minで流入させ、水素雰囲気とした。上記熱処理後のサンプルウエハのスリップ発生状態を、X-線トポグラフィ(lang法)を用いて、測定評価した。なお、X-線ターゲットには、Moを用い、加速電圧5kV、電流290mAの操作条件で、25枚すべてについて測定を実施した。回折面はスリップ観察に最も適している400回折とした。その評価結果を表1及び図11に示す。なお、いずれの場合もスリップの位置に多少の違いがあるが、25枚のはほとんどが同様なスリップ発生状況であったため、その一例を図11に示した。

【0049】「実施例2、3」ウエハ載置面におけるウエハ周縁との接点位置から最深部までの高低差が140μm(実施例2)、200μm(実施例3)であり、周



13

縁部厚さが 1.3 mm (実施例 2)、1.5 mm (実施例 3) である以外は実施例 1 と同様に作製したプレート状治具を用い、実施例 1 と同様の縦型ウエハポート形式の支持具に、実施例 1 と同様に作製したプレート状治具を載置し、実施例 1 と同様に熱処理した後、ウエハのスリップ発生状態を測定評価した。その評価結果を表 1 及び図 11 に示す。

【0050】「比較例 1」実施例 1 で使用したと同様のシリコン単結晶インゴットから切り出し、グラインダーによる研磨加工及びエッチング加工により、上、下面が互いに平行平面の円盤状ウエハ載置用プレート状治具(厚さ 0.9 mm、上面中心線平均粗さ  $Ra$  0.5  $\mu$  m)を製作し、これを実施例 1 と同様の支持具に、実施例 1 と同様に載置し、実施例 1 と同様に熱処理した後、ウエハのスリップ発生状態を測定評価した。その結果を表 1 及び図 11 に示す。

【0051】「比較例 2」ウエハ載置面におけるウエハ周縁との接点位置から最深部までの高低差が 220  $\mu$  m、周縁部厚さ 1.7 mm である以外は実施例 1 と同様に作製したプレート状治具を用い、実施例 1 と同様の支持具に、実施例 1 と同様に搭載し、同様に熱処理した後、ウエハのスリップ発生状態を測定評価した。その評価結果を表 1 及び図 11 に示す。

【0052】「実施例 4」実施例 1 と同様のシリコン単結晶インゴットから、周縁が円形、中央部に最深部を有する凹曲面形状の上面を備え、該上面に平行する湾曲凹面状下面を有する凹曲面形状のプレート状治具を作製し、この治具をアンモニア水と過酸化水素からなる洗浄水を用いて洗浄した。なお、該プレート状治具の上面(ウエハ載置面)の直径は 303 mm、ウエハ周縁との接点位置から最深部までの高低差は 20  $\mu$  m、ウエハ載

14

置面の中心線平均粗さ  $Ra$  0.5  $\mu$  m、厚さ 1.0 mm であった。このプレート状治具を用い、実施例 1 と同様の支持具に、治具底面部を中心から半径の 0.6 倍の位置で対称 3 点支持した以外は実施例 1 と同様に載置し、実施例 1 と同様に熱処理した後、ウエハのスリップ発生状態を測定評価した。その評価結果を表 1 及び図 11 に示す。

【0053】「実施例 5、6」高低差、厚さ、上面中心平均粗さ  $Ra$  が夫々表 1 に記載した値である以外は実施例 4 と同様の凹曲面形状のプレート状治具を作製し、これを実施例 4 と同様にウエハのスリップ発生状態を測定評価した。その評価結果を表 1 及び図 11 に示す。

【0054】「比較例 3 乃至 7」高低差、厚さ、上面中心線平均粗さ  $Ra$  が夫々表 1 に記載した値である以外は実施例 4 と同様の凹曲面形状のプレート状治具を作製し、縦型ウエハポート形式の治具搭載装置に、治具底面部を中心から夫々表 1 に記載した半径の倍数位置で支持した以外は実施例 4 と同様に載置し(ただし、比較例 5 のみは 4 点対称支持)、実施例 4 と同様に熱処理した後、ウエハのスリップ発生状態を測定評価した。その評価結果を表 1 及び図 11 に示す。

【0055】「比較例 8」周縁部厚さ 1.0 mm である以外は実施例 1 と同様に作製したプレート状治具を用い、実施例 1 と同様の支持具に、治具底面部を中心から半径の 0.6 倍の位置で対称 3 点支持した以外は実施例 1 と同様に載置し、実施例 1 と同様に熱処理した後、ウエハのスリップ発生状態を測定評価した。その評価結果を表 1 及び図 11 に示す。

【0056】

【表 1】

	支持方式		下面形状	高低差 ( $\mu\text{m}$ )	厚さ ( $\text{mm}$ )	Ra ( $\mu\text{m}$ )	スリップ 発生状況
	支点	持数	位置				
比較例1	3	0.8	平面	0(75+)	0.9	0.5	図7比1
実施例1	3	0.8	平面	20	1.2	0.5	図7実1
実施例2	3	0.8	平面	140	1.3	0.5	図7実2
実施例3	3	0.8	平面	200	1.5	0.5	図7実3
比較例2	3	0.8	平面	220	1.7	0.5	図7比2
実施例4	3	0.6	湾曲面	20	1.0	0.5	図7実4
実施例5	3	0.6	湾曲面	350	1.3	0.5	図7実5
実施例6	3	0.6	湾曲面	500	1.5	0.5	図7実6
比較例3	3	0.6	湾曲面	550	1.8	0.5	図7比3
比較例4	3	0.5	湾曲面	350	1.3	0.5	図7比4
比較例5	4	1	湾曲面	350	1.3	0.5	図7比5
比較例6	3	0.6	湾曲面	350	1.3	0.1	図7比6
比較例7	3	0.6	湾曲面	350	1.3	1.0	図7比7
比較例8	3	0.6	平面	0(75+)	1.0	0.5	図7比8

【0057】図11から明らかなように、実施例1～3では、被処理ウエハ25枚中10～13枚において、ウエハの周辺部に1～2本のスリップが観察された。しかしながら、10mm以上のスリップはまったく観察されなかった。なお、残りの被処理ウエハのいずれにもスリップはまったく観察されなかった。また、実施例4～5では、25枚の被処理ウエハのすべてについて、スリップはまったく観察されなかった。一方、比較例1～5、7、8では、ウエハの周辺部において10mm以上のスリップが高密度に存在する部分が、数か所観察された。また比較例6ではウエハの略直径方向にへき開が観察された。以上のように、実施例においては、特定形状のウエハ載置面を備え、これに被処理ウエハを載置して加熱処理するため、ウエハ内にスリップ等の欠陥の発生を防止でき、あるいは抑制できることが認められた。

【0058】

【発明の効果】本発明の半導体ウエハ加熱処理用治具は、上述した特定形状のウエハ載置面を備え、これに被処理ウエハを載置して加熱処理するため、例えば大口径のウエハを高温度処理する場合においてもウエハ内にスリップ等の欠陥を発生させることがなく、良好な品質の半導体デバイスを安定して歩留まり良く製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明にかかる半導体ウエハ加熱処理用治具の一実施形態を示す斜視図である。

【図2】図2は、図1の半導体ウエハ加熱処理用治具にウエハを載置した状態を示す図、(a)は加熱前の状態を示す断面図、(b)は加熱処理状態におけるウエハ状態を示す断面図である。

【図3】図3は、本発明にかかる半導体ウエハ加熱処理用治具の他の一実施形態を示す斜視図である。

【図4】図4は、本発明にかかる半導体ウエハ加熱処理用装置を炉内に収容した状態を示した図である。

【図5】図5は、本発明にかかる単数のプレート状治具（半導体ウエハ加熱処理用治具）を支持した枚葉式の、本発明にかかる半導体ウエハ加熱処理用装置を炉内に収容した状態を示す図であって、(a)は側面図、(b)は平面図である。

【図6】図6は、半導体ウエハを支持する従来の縦型ウエハポートを示す図である。

【図7】図7は、本発明のプレート状治具（半導体ウエハ加熱処理用治具）を多段搭載支持する支持具を示した斜視図である。

【図8】図8は、単数のプレート状治具をリング状の支持部材によって支持した枚葉式の、本発明にかかる半導体ウエハ加熱処理用装置を示す図9のA-A断面図である。

【図9】図9は、図8に示す半導体ウエハ加熱処理用装置の平面図である。

【図10】図10は、図8、図9に示したリング状の支持部材を馬蹄形状とした半導体ウエハ加熱処理用装置である。

【図11】図11は、実施例・比較例における、熱処理後のサンプルウエハのX線トポグラフによる状態観察図である。

【符号の説明】

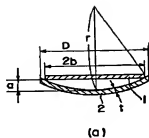
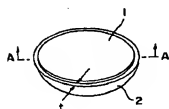
- 1 ウエハ
- 2 プレート状治具
- 4 支持具（サセプター）

- 4 a 突起状支持部材  
 4 b ベルジャー  
 5 支持具(縦型ウエハポート)  
 5 a 連結部材(支柱)  
 5 b 支持部材  
 5 c 支持部材  
 6 炉心管

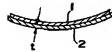
- \* 7 ヒータ  
 8 基体  
 8 a 支持部材  
 10 連結部材(支柱)  
 11 溝(スリット)  
 12 ウエハ

\*

【図1】

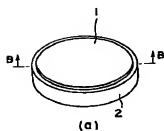


【図2】

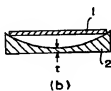


(b)

【図3】

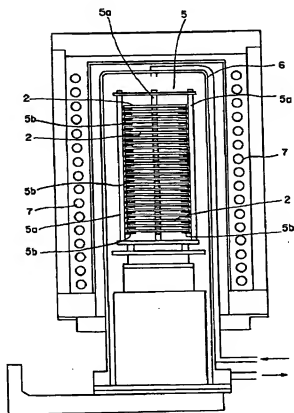


(a)

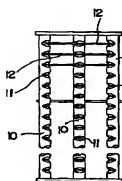


(b)

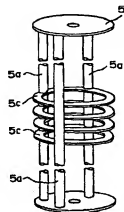
【図4】



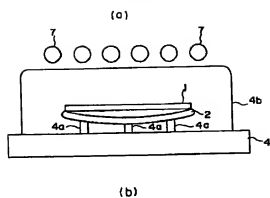
【図6】



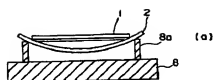
【図7】



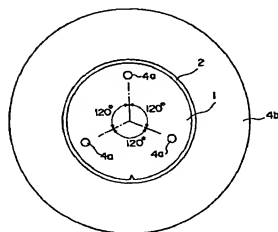
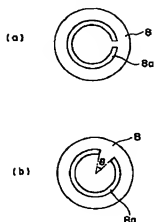
【図5】



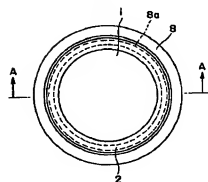
【図8】



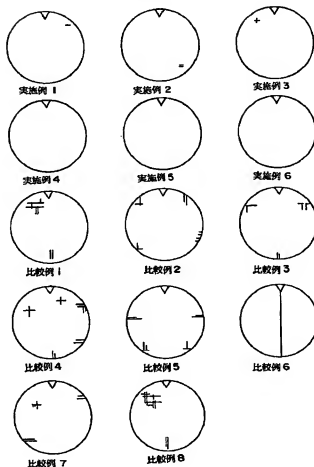
【図10】



【図9】



【図11】



## フロントページの続き

(72)発明者 斎藤 雅美  
 神奈川県秦野市曾屋30番地 東芝セラミッ  
 クス株式会社開発研究所内

(72)発明者 大森 真紀子  
 神奈川県秦野市曾屋30番地 東芝セラミッ  
 クス株式会社開発研究所内

(72)発明者 重野 能徳  
 神奈川県秦野市曾屋30番地 東芝セラミッ  
 クス株式会社開発研究所内

(72)発明者 白井 宏  
 神奈川県秦野市曾屋30番地 東芝セラミッ  
 クス株式会社開発研究所内

(72)発明者 天野 正実  
 神奈川県秦野市曾屋30番地 東芝セラミッ  
 クス株式会社開発研究所内

(72)発明者 辛 平  
 神奈川県秦野市曾屋30番地 東芝セラミッ  
 クス株式会社開発研究所内

(72)発明者 田中 順二  
 新潟県北蒲原郡聖籠町東港6-861-5  
 新潟東芝セラミックス株式会社内

Fターム(参考) SF031 CA02 HA62 HA64 MA28  
 SF045 AA20 AD11 AD12 AD13 AD14  
 AD15 AD16 B813 DP19 EM02  
 EM08 EM09